

*Feuerschutz von Holzbalkendecken
bei Brandausbreitung
von oben nach unten*

Institut für Baustoffkunde und Materialprüfung
der Technischen Hochschule Braunschweig

Feuerschutz von Holzbalkendecken bei Brandausbreitung von oben nach unten.



v o n

o. Professor Dr.-Ing.habil. Th. Kristen

Mitarbeiter : Dipl.-Ing. G. Blunk und
Bauing. D. Gaßmann

M a i 1 9 5 4

Die Untersuchungen wurden durchgeführt im Auftrage
des Ministeriums für Finanzen und Wiederaufbau
Rheinland - Pfalz

Tgb. Nr. V HB - 65 - 2 - / 943 / 53

DK 699.81.0015

1. Allgemeines

Nach DIN 4102 "Widerstandsfähigkeit von Baustoffen und Bauteilen gegen Feuer und Wärme", Ausgabe November 1940, Blatt 2, B IV d 2 sind Holzbalkendecken in üblicher Bauart mit unterseitig angebrachten, 15 mm dickem Putz auf Putzträger als feuerhemmend anzusehen. Im Rahmen eines im Auftrage des Ministeriums für Finanzen und Wiederaufbau Rheinland-Pfalz erteilten Forschungsauftrages sollten Holzbalkendecken auf ihre feuerhemmenden Eigenschaften bei einer Brandausbreitung von oben nach unten untersucht werden.

Da aber auf der Oberseite einer Holzbalkendecke die feuerhemmende Verkleidung fehlt, sollte nach einer Anregung von Herrn Ministerialrat Professor Dr.-Ing. E.h.B. Wedler geklärt werden, ob die Verbreitung eines Brandes durch eine Holzbalkendecke von oben nach unten nur durch eine zusätzliche feuerhemmende, auch nicht durch die Balken unterbrochene Schicht verhindert werden kann oder ob die übliche Auffüllung mit Lehmschlag zwischen den Lagerhölzern ausreicht, um die Bedingungen nach DIN 4102 für die feuerhemmende Bauart bei Feuerbeanspruchung von oben zu erfüllen.

Nach einem vom Institut für Baustoffkunde und Materialprüfung Braunschweig aufgestellten Arbeitsplan sollten vier Holzbalkendecken, von denen je zwei gleicher Konstruktionsart waren, auf feuerhemmende Eigenschaften gemäß DIN 4102, Blatt 1 B IV geprüft werden. Zu diesen Versuchen wurde ein normgerechtes Brandhaus für Prüfungen von Wänden bei einseitiger Feuerbeanspruchung benutzt (siehe Anl. 1). Nach der Durchführung von Vorversuchen wurde ein Brandraum entwickelt, für den die Gewähr bestand, daß 10 cm oberhalb des jeweiligen Versuchsstückes Temperaturen erreicht werden, die denjenigen der Einheitstemperaturkurve DIN 4102, Blatt 3 entsprechen.

Bei diesen Vorversuchen stellte sich heraus, daß die Querschnitte der tragenden Balken durch die Feuerbeanspruchung

nur unbedeutend in Mitleidenschaft gezogen werden. Außer einer schwachen Verkohlung an den dem Feuer zugekehrten Balkenseiten traten keine wesentlichen Querschnittsminderungen auf. Da nicht wie bei Stahlbeton- oder Stahlbauteilen die Möglichkeit bestand, daß durch eine Erwärmung des Baustoffs eine Verminderung der Festigkeitseigenschaften hervorgerufen wird, konnte darauf verzichtet werden, die Versuchsdecken unter der rechnerisch zulässigen Last zu prüfen.

2. Versuchsanordnung

2.1 Herrichten des Brandhauses

In einem Brandhaus, dessen Konstruktion und Abmessungen aus Abb. 1 zu ersehen sind, wurden sechs 100 cm hohe Mauerpfeiler 25 cm x 25 cm als Auflagerpunkte für die Deckenelemente errichtet.

Nach dem Einbau der Versuchsdecken, die im folgenden Absatz 2.2 näher beschrieben sind, wurde der Brandraum oberhalb der Decke durch ein Stahlblech geschlossen. An den beiden Längsseiten des Brandraumes wurden auf Grund der Vorversuche verschließbare Öffnungen zur Regelung der Luftzufuhr und zum Beobachten der Oberseite des Versuchsobjektes angeordnet.

Als Brennmaterial wurde Buchenholz auf den Hobeldielen an der Oberfläche der Decke gestapelt und entzündet.

2.2 Beschreibung der Versuchsdecken

Von jeder der im folgenden beschriebenen Bauteile sind zwei Decken aufgebaut und geprüft worden.

Als tragende Deckenbauteile dienten 3 Holzbalken 14 x 20 cm, 90 cm lang, an deren breiten Seiten je eine Latte 4 x 6 cm, 90 cm lang, zur Auflagerung der Einschubbretter genagelt war. Die Balken wurden im Achsabstand von 80 cm auf die eingangs

erwähnten Pfeiler und die Balkenbretter dicht aneinanderstoßend in den Balkenfeldern verlegt.

2.21 Holzbalkendecke mit Lehmschlag

Das Ausfüllen der Balkenfelder erfolgte mit einem Lehmschlag, der aus sandhaltigem Lehm, Wasser und auf etwa 15 cm Länge geschnittenen Stroh hergestellt worden war. Ein Lehmverstrich auf der Oberseite ermöglichte ein glattes Abziehen der 10 cm dicken Lehmschicht in Höhe der Balkenoberkante.

Nach dem Austrocknen des Lehmes wurden auf die Balkenoberseite quer zur Deckenspannrichtung fest aneinandergepreßt, gespundete, 24 mm dicke Hobeldielen aus Fichtenholz genagelt.

2.22 Holzbalkendecken mit Mineralwollematten

Quer zur Spannrichtung der Balken wurden Mineralwollematten, 1500 g/m², über Einschub- und Balkenoberseite verlegt. Die 24 mm dicken, gespundeten Hobeldielen waren fest aneinandergepreßt auf 90 cm lange Latten 4/6 cm genagelt und bildeten eine Platte, die ohne mit dem Deckenunterteil direkt verbunden zu sein, auf die Mineralwollematten gelegt wurde. Alle Deckenelemente hatten eine Größe von 90 x 174 cm.

Nähere Einzelheiten und Abmessungen zur Konstruktion der Holzbalkendecken sind aus Anlage 2 und den Lichtbildern der Anlagen 5 bis 8 zu ersehen.

3. Versuchsdurchführung

Die Temperaturmessung des auf der Decke entzündeten Brandherdes erfolgte an drei Stellen, die etwa 10 cm von der Deckenoberkante entfernt angebracht waren. Temperaturmessstellen an verschiedenen Stellen im Deckeninneren ermöglichten eine genaue Kontrolle der Deckendurchwärmung. Zur Temperaturmessung dienten Thermoelemente. Die Temperatur im Brandhaus entsprach während der Versuche der Einheits-temperaturkurve nach DIN 4102, Blatt 3.

3.1 Meßergebnisse und Beobachtungen bei den Versuchsdecken

In den Tafeln 1 und 2 sind die gemessenen Brandhausinnen- und Deckentemperaturen zusammengestellt. Die Außenlufttemperatur während der Brandversuche betrug etwa 10° C.

3.11 Holzbalkendecken mit Lehmschlag

Die Meßstellen im Innern der Versuchsdecken waren folgendermaßen angeordnet:

- Meßstelle 1: zwischen Hobeldiele und Lehmschlag
- Meßstelle 2: zwischen Hobeldiele und Deckenbalken, unter Dielenfuge
- Meßstelle 3: desgl., in Dielenmitte
- Meßstelle 4: 2,5 cm im Lehm { von Oberkante.
- Meßstelle 5: 5 cm im Lehm { Lehmschlag gerechnet
- Meßstelle 6: Unterseite Einschubbrett

T a f e l 1

Meßergebnisse an den beiden Versuchsdecken

Versuchs- decke Nr.	Heiz- dauer Min.	Gemessene Temperaturen in ° C									
		Innentemperaturen				Temper.in d.Versuchsdecke					
		1	2	3	Mittel	1	2	3	4	5	6
1	0	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	5	450	390	475	438	10	14	13	10	10	10
	10	690	535	655	627	18	33	14	12	11	10
	15	795	810	710	772	32	80	65	18	13	10
	20	840	845	730	805	41	92	86	28	15	12
	25	855	825	820	833	49	98	96	41	17	13
	30	970	900	880	917	56	102	99	51	18	17
2	0	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	5	460	545	330	445	10	18	10	10	10	10
	10	690	675	675	680	15	48	25	10	10	10
	15	740	810	695	748	28	77	48	14	12	10
	20	800	840	795	812	39	96	73	19	12	10
	25	860	890	880	877	44	105	84	32	17	11
	30	885	935	900	907	49	117	102	44	17	14

Beobachtungen während der Brandversuche und Befund nach der Beheizung:

Etwa 1 Minute nach dem Anheizen begannen die Hobeldielen zu entflammen. Am Ende der Brandversuche und nach dem Löschen des Feuers war die an den Hobeldielen verkohlte Schicht im Mittel etwa 5-8 mm dick. Nur in unmittelbarer Nähe der Luftzufuhr und des besonders Hitze ausstrahlenden, vorderen Brandraum-Abschlusses waren die Hobeldielen völlig durchgebrannt. An dieser Stelle war auch der mittlere Balkenkopf etwa 5 mm tief verkohlt (siehe Anlage 5 und 6).

3.12 Holzbalkendecken mit Mineralwollematten

Im Innern der Versuchsdecken waren die Meßstellen wie folgt angeordnet:

- Meßstelle 1: zwischen Diele und Glaswolle
- Meßstelle 2: zwischen Diele und Latte
- Meßstelle 3: zwischen Diele und Balken, unter Dielenfuge
- Meßstelle 4: desgl. in Dielenmitte
- Meßstelle 5: zwischen Glaswolle und Einschub
- Meßstelle 6: Unterseite Einschubbrett

T a f e l 2

Meßergebnisse an beiden Versuchsdecken

Versuchs- decke Nr.	Heiz- dauer Min.	Gemessene Temperaturen in ° C									
		Innentemperaturen				Temper. in d. Versuchsdecke					
		1	2	3	Mittel	1	2	3	4	5	6
1	0	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	5	400	325	525	417	10	12	10	10	10	10
	10	585	600	705	630	10	18	14	10	10	10
	15	675	705	765	715	13	41	25	10	12	10
	20	670	815	885	820	17	63	37	12	15	10
	25	810	885	890	862	25	94	40	19	16	11
	30	880	910	940	910	35	112	48	22	19	11
2	0	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	5	450	430	380	420	10	10	10	10	10	10
	10	640	760	620	673	10	16	10	10	10	10
	15	690	805	685	727	12	38	21	10	10	10
	20	805	815	740	787	16	58	31	11	10	10
	25	820	850	785	818	22	77	35	14	11	10
	30	915	955	875	915	28	90	41	17	12	10

Beobachtungen während der Brandversuche und Befund nach der Beheizung:

Versuchsdecke 1:

Nach etwa 10 Minuten Versuchsdauer waren die Hobeldielen im Bereich der unmittelbaren Feuereinwirkung teilweise durchgebrannt, so daß das Feuer direkt auf die Glaswolle-matten einwirken konnte.

Etwa 25 Minuten nach dem Anheizen begannen einige Einschubbretter an der Deckenunterseite zu glimmen. Bei Beendigung des Versuches, nach etwa 30 Minuten, bildeten sich an den Glimmstellen kleine Flammen. Nach dem Löschen des Feuers wurde Glaswolle entnommen und festgestellt, daß unmittelbar an der Durchbruchstelle die Glaswolle völlig gesintert und zu einer glasharten Masse zusammengeschmolzen war.

An den übrigen Stellen der Feuereinwirkung waren die Hobeldielen bis zu einer Tiefe von etwa 10 mm verkohlt (siehe Anl. 7).

Versuchsdecke 2:

Da bei der Luftdurchlässigkeit der Glaswolle-matten ein annähernd luftdichter Brandraumabschluß von der Deckenunterseite her nicht gegeben war, wurden bei diesem Brandversuch in die Balkenfelder Gipskartonplatten als untere Deckenverkleidung eingeschoben (siehe Anl. 8).

Unmittelbar nach Versuchsbeginn war an den Rändern des Heizmaterials ein Entflammen der Hobeldielen zu erkennen. Nach etwa 25 Minuten Versuchsdauer waren, begünstigt durch die Wärmestrahlung des vorderen Brandraumabschlusses, die Hobeldielen über dem Kopf des mittleren Deckenbalkens auf einer Fläche von etwa 50 cm Breite und 20 cm Tiefe durchgebrannt (siehe Anl. 8).

Die nach Beendigung des Brandversuches und nach dem Löschen des Feuers an dieser Stelle entnommene Glaswolle war an ihrer Oberseite nur gering gesintert, da die Holzkohle der

eingebrochenen Hobeldielen sich als wärmedämmende Schicht auf die Matten gelegt hatte. Im übrigen Bereich der Feuereinwirkung waren die Hobeldielen etwa 8 - 10 cm verkohlt.

4. Durchwärmung der Versuchsdecken

Die im Innern der Versuchsdecken gemessenen und in den Tafeln 1. und 2. eingetragenen Temperaturen sind in Anl. 3 und 4 graphisch dargestellt. Alle diese Meßstellen befanden sich etwa in dem mittleren Teil der Deckenelemente. In diesem Bereich verkohlten bei allen Versuchen die Oberflächen der Hobeldielen, ohne daß eine vollständige Zerstörung erfolgte. Diese Messungen haben jedoch allgemeine Gültigkeit, weil das Durchrennen der Dielen nur auf die Versuchseinrichtung zurückzuführen ist. Die intensive Strahlung des Brandraum-Abschlusses aus Stahlblech sowie die Öffnungen zum Einlaß der notwendigen Verbrennungsluft bewirkten in ihrem engeren Bereich Zerstörungen, die für das Gesamtergebnis der Versuche ohne Bedeutung sind. Es wäre möglich gewesen, die Versuchseinrichtung so zu vervollkommen, daß diese Nebenerscheinungen vermieden worden wären. Im Rahmen dieses Forschungsauftrages reichten dafür die Mittel jedoch nicht aus.

Unmittelbar unter den Dielen, an Stellen, wo das Holz nach dem Versuch bis zur Hälfte der Brettdicke verkohlt war, überschritten die gemessenen Temperaturen nicht die Temperaturgrenze von 130°C . Die auf der Balkenoberseite gemessenen Temperaturen waren bei beiden Deckensystemen sehr unterschiedlich. Bedingt durch die Anordnung der Mineralwolle-matten zwischen Dielen und Balken waren die hier gemessenen Temperaturen wesentlich geringer, als bei der unmittelbaren Auflagerung der Dielen auf den Deckenbalken. An der Unterseite der Einschub Bretter betrug die maximale Oberflächen-temperatur an sämtlichen Versuchsdecken nicht mehr als 17°C .

5. Beurteilung des feuertechnischen Verhaltens

Die Dielen an der Oberseite der geprüften Versuchsdecken entflammten nach spätestens 2 Minuten langer Feuereinwirkung. Die Versuche haben gezeigt, daß die 24 mm dicken, gehobelten

Dielenbretter nach etwa 25 Minuten durchgebrannt waren, wenn das Füllmaterial in den Balkenfeldern luftdurchlässig und eine unterseitige Deckenverkleidung nicht vorgesehen war.

Bei Lehmschlag als Füllmaterial bzw. Mineralwollematten mit Verkleidung der Deckenunterseite hielten die Dielen während einer Versuchsdauer von 30 Minuten dem Feuer stand und blieben auf 1 cm Dicke erhalten. Die Deckenbalken wurden durch das Feuer nur geringfügig angegriffen.

6. Abschließende Beurteilung

Als feuerhemmend gelten Bauteile, die bei einem Brandversuch nach DIN 4102, Blatt 3 während einer Prüfzeit von 1/2 Stunde nicht entflammen und den Durchgang des Feuers während der Prüfzeit verhindern. Tragende Bauteile dürfen während der Prüfzeit ihre Standfestigkeit und Tragfähigkeit unter der rechnerisch zulässigen Last nicht verlieren. Die Bauteile dürfen auf der dem Feuer abgekehrten Seite nicht wärmer als 130°C werden und müssen dort nach dem Brandversuch durchweg auf etwa 1 cm Dicke erhalten bleiben.

Die Versuche haben gezeigt, daß folgende Holzbalkendecken im Falle einer Brandausbreitung von oben nach unten nur dann als "feuerhemmend" anzusehen sind, wenn davon abgesehen wird, daß sie während des Brandversuches auch oben nicht entflammen dürfen:

1. Holzbalkendecke aus Deckenbalken $14/20$ cm mit 10 cm dickem Lehmschlag auf Holzeinschub und 24 mm dicken, gehobelten und gespundeten Fichtenholzdielen.
2. Holzbalkendecken aus Deckenbalken $14/20$ cm mit Mineralwollematten 1500 g/m^2 auf Holzeinschub und Balken unter 24 mm dicken, gehobelten und gespundeten Fichtenholzdielen und an der Unterseite angebrachter luftundurchlässiger Deckenverkleidung.

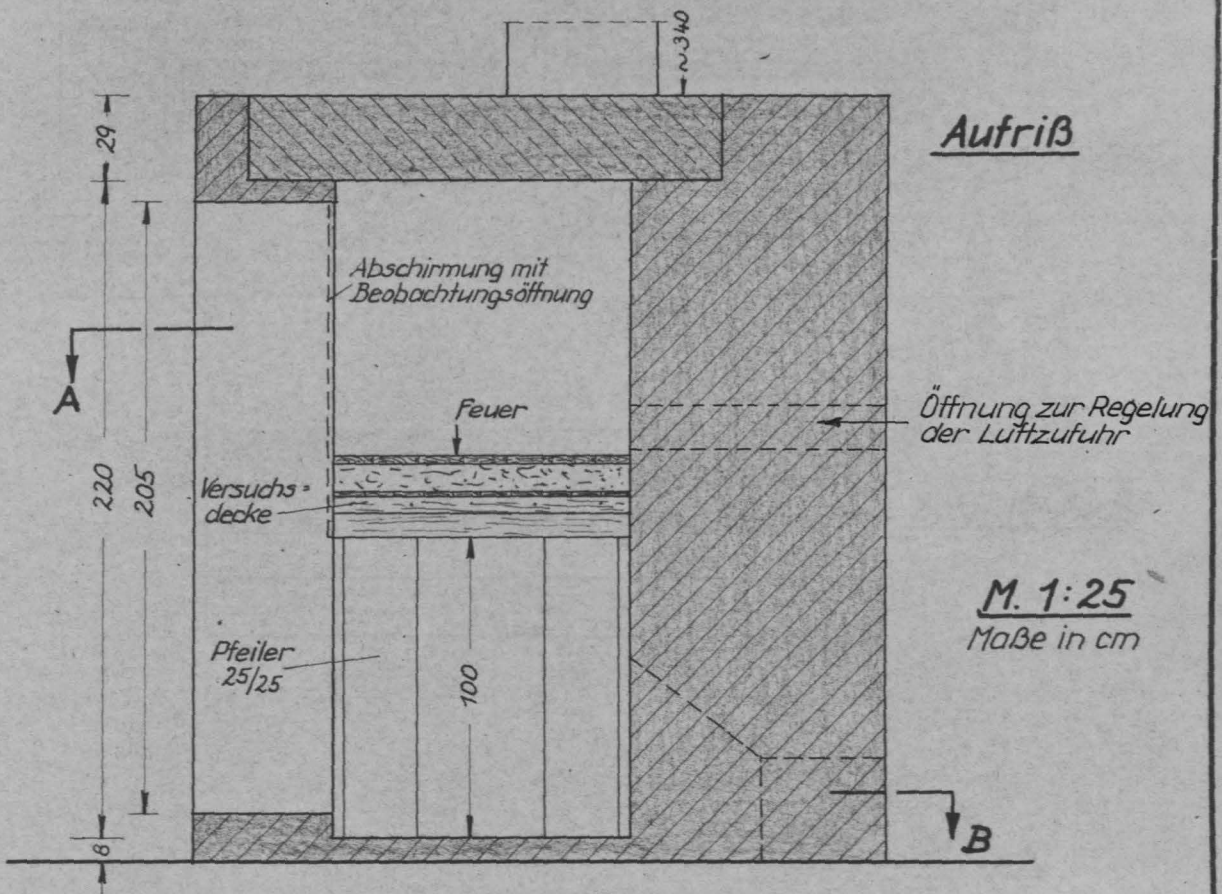
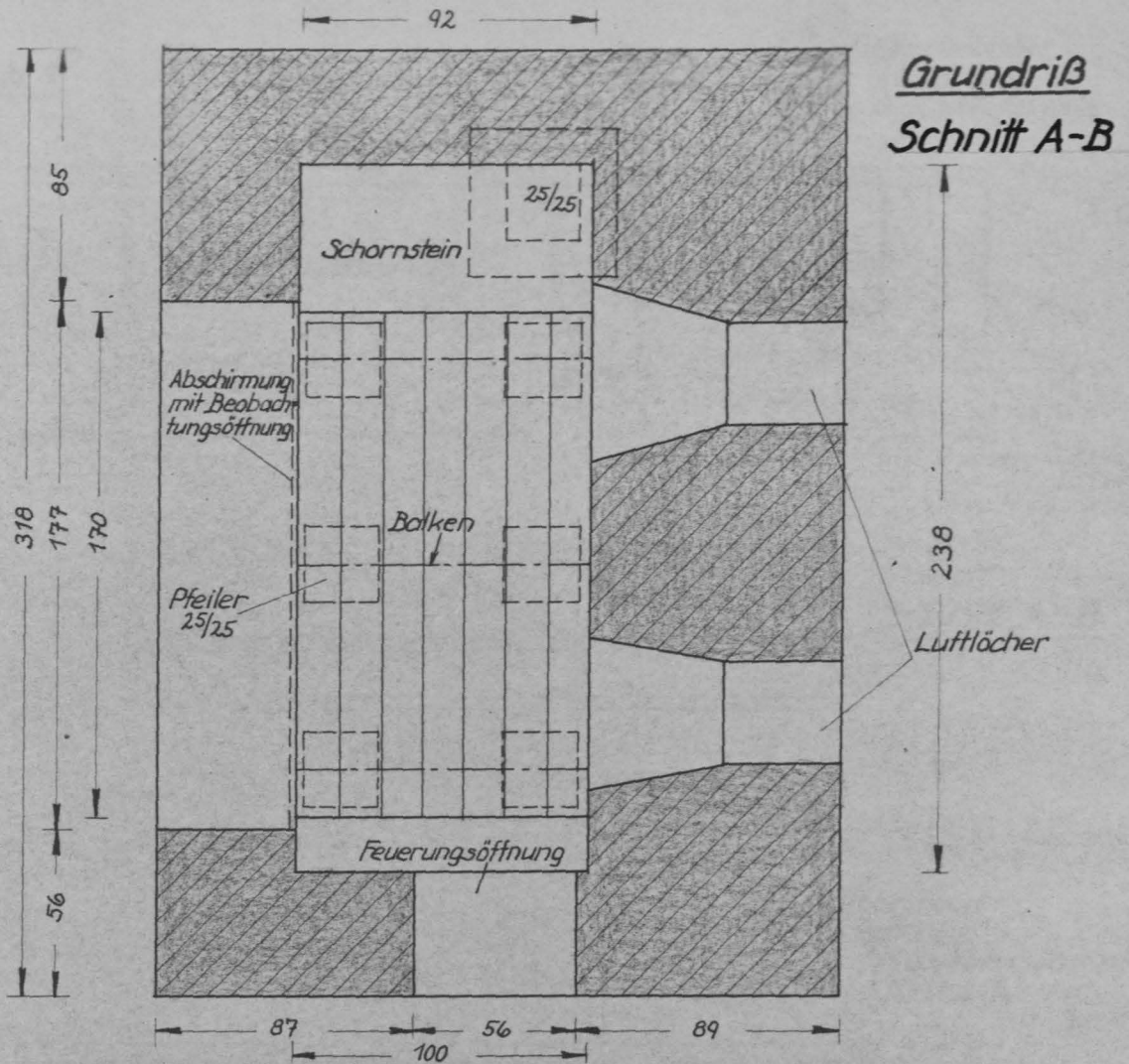
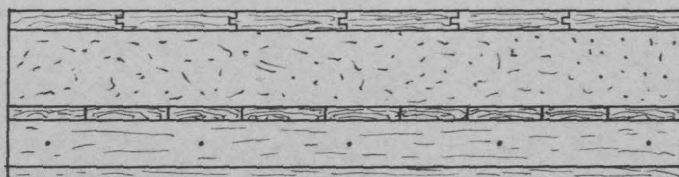
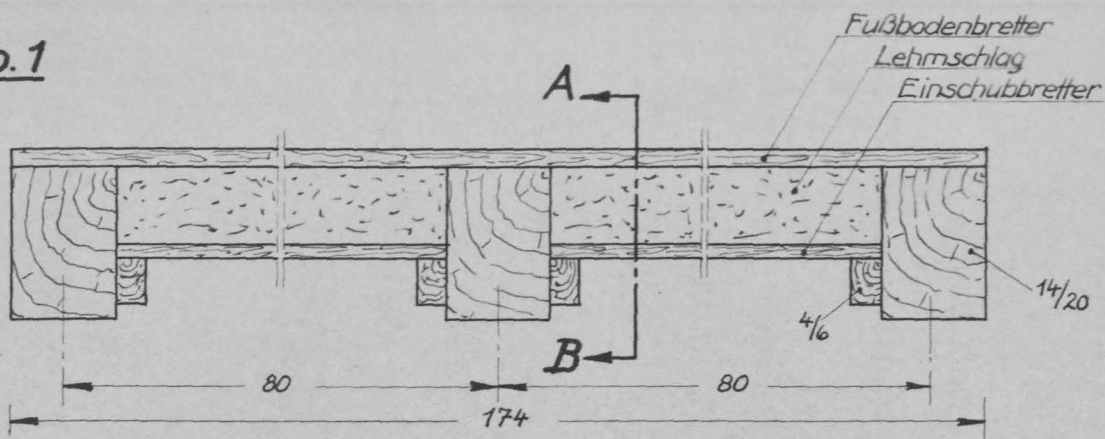
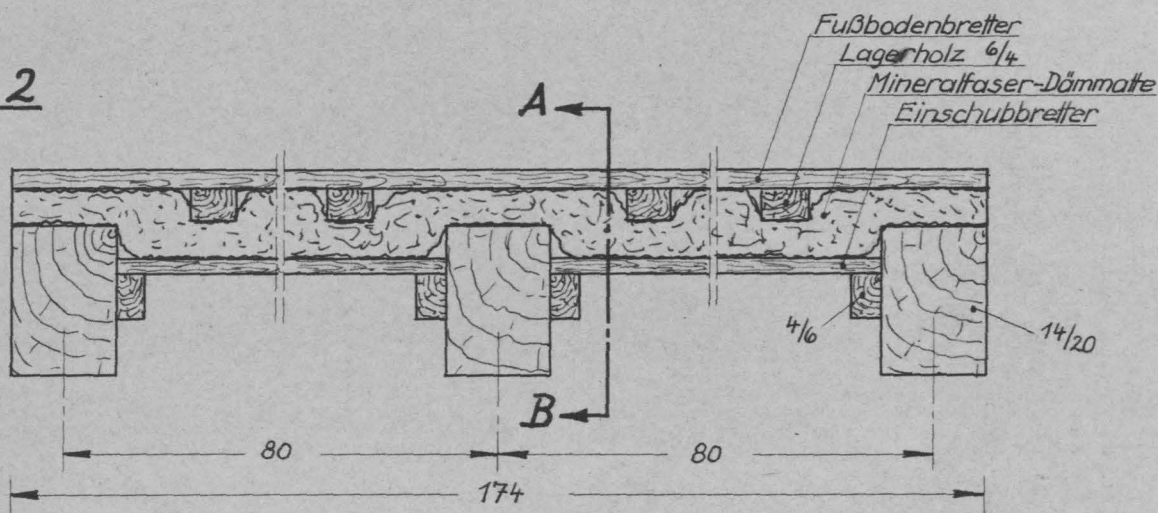


Abb. 1



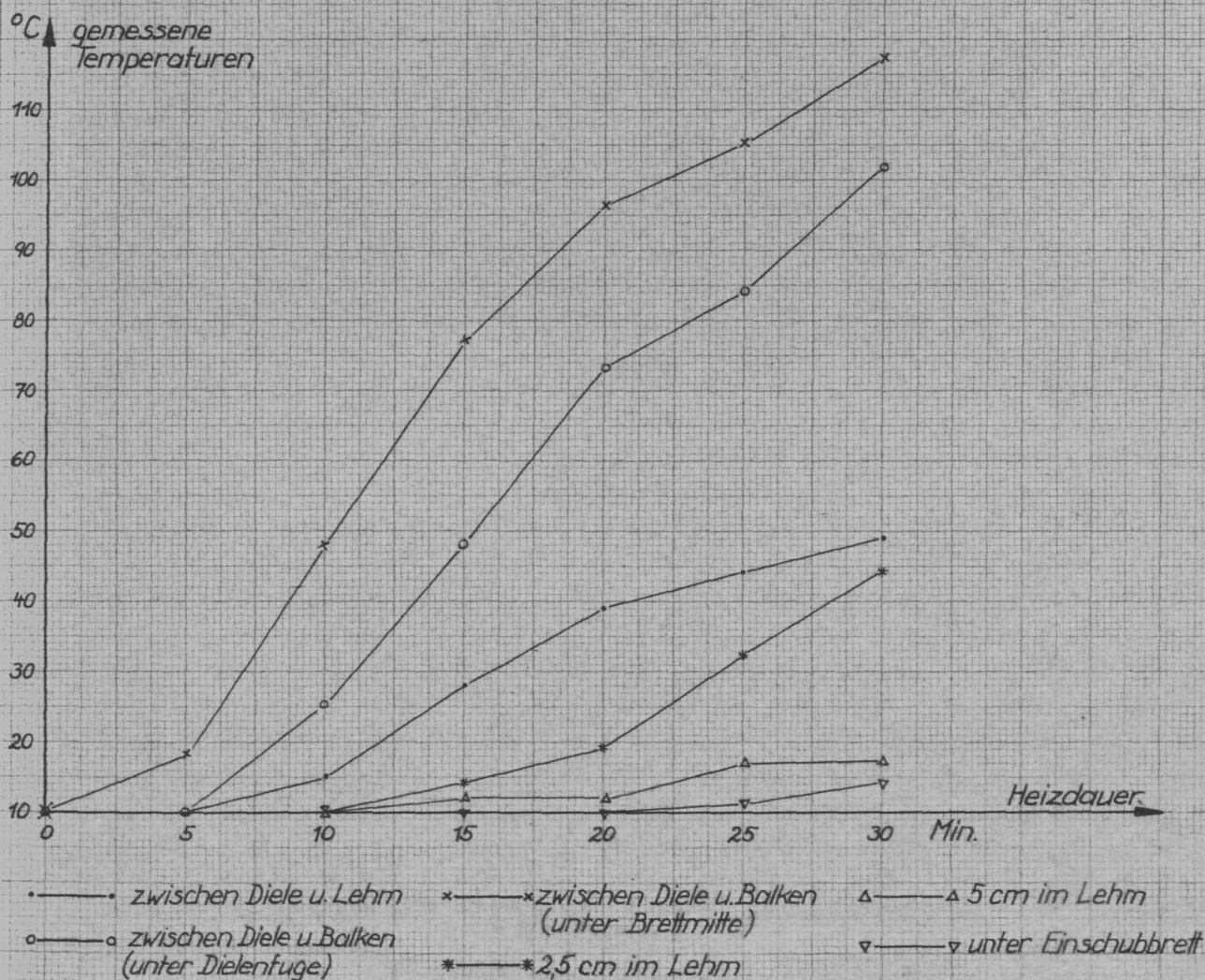
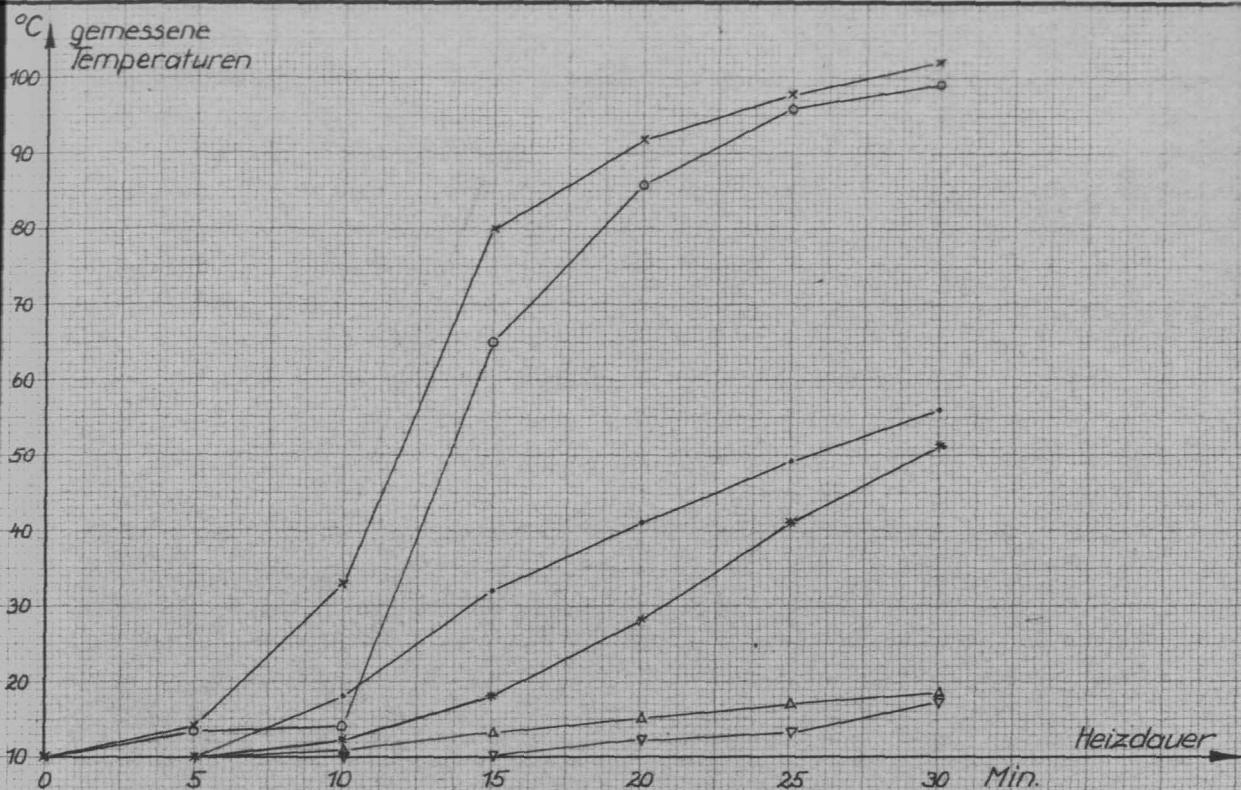
Schnitt A-B

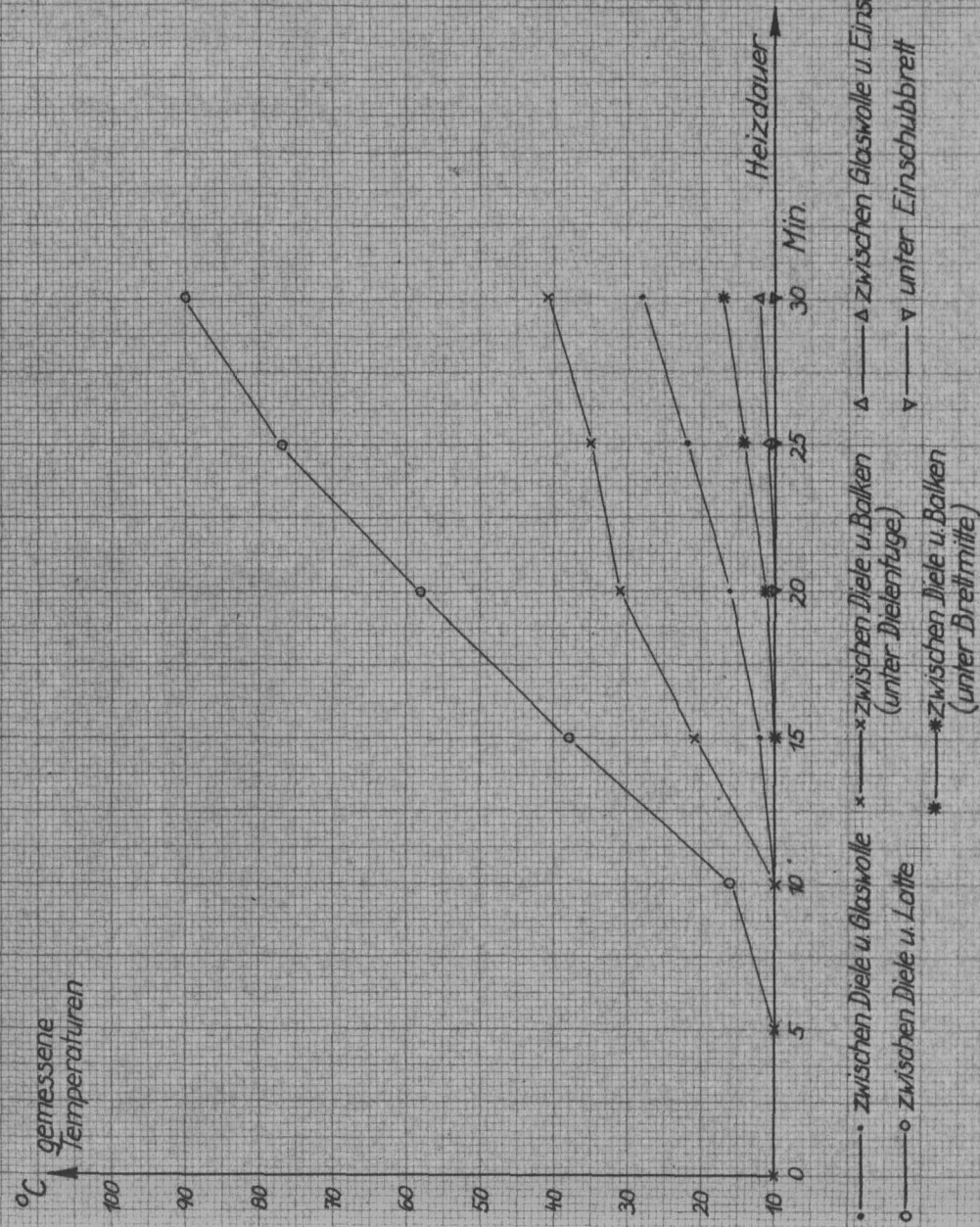
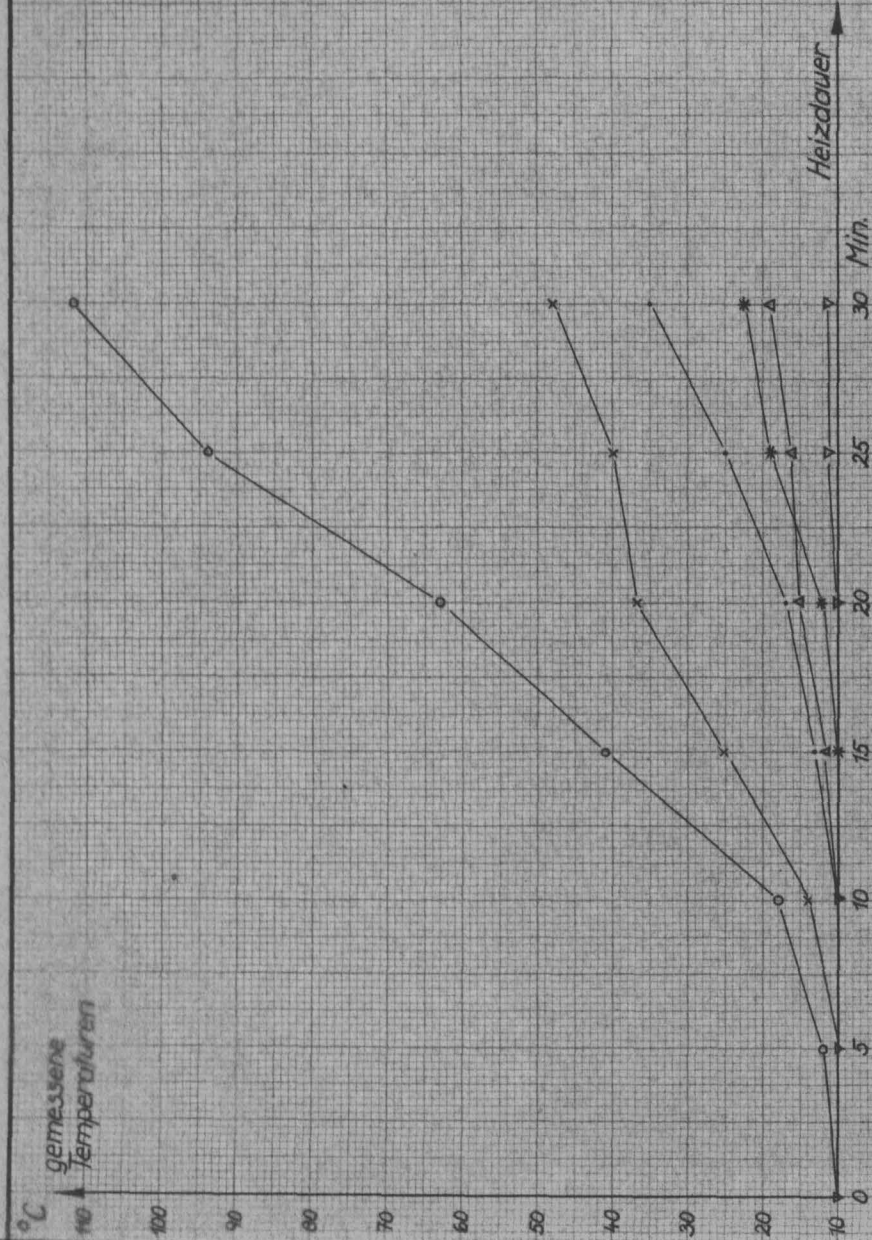
Abb. 2



Schnitt A-B

M. 1:10





Versuchsdecke Nr. 1
nach dem Brandversuch





Versuchsdecke Nr. 2
nach dem Brandversuch



Institut
für Baustoffkunde
und Materialprüfung
T. H. Braunschweig

Holzbalkendecke
mit Lehmschlag

Anlage 6 


Versuchsdecke Nr. 1
nach dem Brandversuch



Versuchsdecke Nr. 2
nach dem Brandversuch

